

Egz. 1

Inwestor: Zakład Gospodarki Odpadami Komunalnymi Sp. z o.o. w Rzędowie
Rzędów 40
28-142 Tuczępy

OPINIA GEOTECHNICZNA
określająca wstępnie warunki geotechniczne
na potrzeby budowy składowiska odpadów
na działce nr 129/8 w miejsc. Dobrów, gm. Tuczępy

powiat: buski
województwo: świętokrzyskie

Wykonali:

.....
mgr inż. Cezary Czech
upr. geol. XI-75, XII-6

.....
mgr Grzegorz Grzegorzewski
upr. geol. nr V-1406, VII-1345

Grudzień 2020 r.

Spis treści

1. Wstęp.....	3
2. Charakterystyka terenu projektowanej inwestycji	4
2.1 Opis obiektu.....	4
2.2 Położenie administracyjne i geograficzne	4
2.3 Morfologia i hydrografia	4
2.4 Zagospodarowanie terenu	4
2.5 Zarys budowy geologicznej	4
2.6 Warunki hydrogeologiczne.....	5
3. Zakres wykonanych prac.....	5
4. Ocena geotechniczna podłoża	6
4.1 Warunki gruntowe	6
4.2 Warunki wodne.....	8
5. Podsumowanie i wnioski.....	9
6. Spis literatury i materiałów archiwalnych:.....	10

Spis załączników

Zał. 1 - Mapa pogładowa, skala 1:50 000.

Zał. 2 - Mapa dokumentacyjna, skala 1:1 000.

Zał. 3.1-3.5 - Karty otworów geotechnicznych.

Zał. 4.-4.2 - Przekroje geotechniczne.

1. Wstęp

Inwestor: Zakład Gospodarki Odpadami Komunalnymi Sp. z o.o. w Rzędowie, Rzędów 40, 28-142 Tuczępy

Cel opracowania: wstępne ustalenie warunków geotechnicznych podłoża gruntowego pod planowaną budowę składowiska odpadów na działce nr ewid. 129/8 obręb Dobrów, gmina Tuczępy.

Niniejszą opinię geotechniczną sporządzono w oparciu o zrealizowane wiercenia geotechniczne, badania i obserwacje terenowe, badania makroskopowe oraz w wyniku analizy map geologicznych, hydrogeologicznych i in., także literaturę z zakresu geologii inżynierskiej i hydrogeologii.

Zakres prac terenowych (ilość, lokalizacja oraz głębokość otworów geotechnicznych) uzgodniony został z Inwestorem i obejmował wykonanie 5 otworów geotechnicznych, w tym cztery o głębokości 4 m i jeden o głębokości 8,0 m ppt. Łącznie wykonano 24,0 mb. wierceń.

Ogólną lokalizację terenu prac przedstawiono na mapie topograficznej w skali 1:50 000 (zał. 1). Rozmieszczenie otworów geotechnicznych zobrazowano na mapie dokumentacyjnej w skali 1:1 000 (zał. 2).

Opracowanie wykonano w pięciu egzemplarzach, cztery egzemplarze wraz z nośnikiem elektronicznym otrzyma Zleceniodawca, jeden egzemplarz pozostanie u Wykonawcy.

Ponadto uwzględniono następujące normy branżowe i akty prawne:

- PN-EN 1997-1: 2008 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne;
- PN-EN 1997-2: 2009 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego;
- PN-EN ISO 14688-1: 2006 Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis;
- PN-EN ISO 14688-2: 2006 Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania;
- PN-EN ISO 14689-1: 2006 Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie skał. Część 1: Oznaczanie i opis;
- PN-B-02480:1986. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania Polowe.
- PN-B-03020:1981. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowe.
- PN-B-06050: 1999 Geotechnika - Roboty ziemne - Wymagania ogólne;
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012 r., poz. 463).

2. Charakterystyka terenu projektowanej inwestycji

2.1 Opis obiektu

Planowanym przedsięwzięciem jest *Budowa składowiska odpadów...* na działce nr 129/8 obręb 0003 Dobrów, której powierzchnia wynosi w przybliżeniu 5 ha.

2.2 Położenie administracyjne i geograficzne

Pod względem administracyjnym teren planowanej inwestycji położony jest w miejscowości Dobrów, gmina Tuczępy, powiat buski, w woj. świętokrzyskim, na działce oznaczonej w ewidencji gruntów numerem 129/8 obręb Dobrów. Lokalizację działki przedstawiono na mapie – zał. 1.

Według podziału fizycznogeograficznego Polski (Kondracki, 2009), badany teren położony jest w obrębie mezoregionu Niecka Połaniecka (342.28). Ma ona charakter rozległego zapadliska o rozciągłości z północnego zachodu na południowy wschód. Wypełniają ją miocenyjskie gipsy, iły i piaski przykryte częściowo utworami czwartorzędowymi.

2.3 Morfologia i hydrografia

Morfologicznie teren łagodnie opada w kierunku południowo wschodnim. Rzędne terenu zmieniają się w obrębie działki w granicach około 226,5÷228 m n.p.m. Teren jest częściowo podmokły; w obrębie badanego terenu występuje obniżenie terenu (prawdopodobnie zapadlisko po eksploatacji siarki) wypełnione gruntami organicznymi, być może nawiezionymi. W rejonie planowanej inwestycji występują bezimienne okresowe cieki (rowy melioracyjne), którymi spływają wody opadowe w kierunku południowo wschodnim i południowym – do rzeki Wschodniej, przepływającej w odległości około 6 km na południe od planowanego składowiska.

Opisywany teren umiejscowiony jest poza obszarami objętymi ochroną, w tym obszarami chronionymi Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000.

Przedmiotowy teren nie obejmuje obszarów mających znaczenie historyczne, kulturowe lub archeologiczne oraz znajduje się poza obszarami ochrony uzdrowiskowej chronionymi na podstawie ustawy z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz gminach uzdrowiskowych (Dz.U. 2017 r., poz. 1056).

2.4 Zagospodarowanie terenu

W bezpośrednim sąsiedztwie planowanego przedsięwzięcia nie występują tereny mieszkaniowe. Najbliższe, pojedyncze budynki mieszkalne znajdują się w odległości około 1 km na południowy wschód. W odległości około 1 km na północny wschód znajduje się czynne składowisko odpadów w Grzybowie, zarządzane przez ZGOK Rzędów.

2.5 Zarys budowy geologicznej

Obszar badań znajduje się w północnej części Zapadliska Przedkarpackiego, w pobliżu południowej granicy mezozoicznego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. W rejonie tym, na powierzchni terenu występuje warstwa osadów czwartorzędowych o miąższości około 6÷10 m. Pod nimi występują morskie osady miocenyjskie, wykształcone jako iły, ilowce i mułowce z wkładkami piaskowców (iły krakowieckie). Miąższość ilów krakowieckich wynosi w rejonie Dobrowa około 130 m. Pod ilami zalega seria osadów węglanowych - wapieni i margli siarkonośnych oraz gipsów.

Na terenie działki 129/8 osady czwartorzędowe wykształcone są w postaci żółtawo-szarych glin pylastych i glin z okruchami wapieni i skał północnych a także piasków i pospólek, zazwyczaj nawodnionych. Utwory czwartorzędowe w terenie badań przewiercono w otworze O-5, zlokalizowanym w południowej części działki. Ich miąższość w tym punkcie wynosi 6,6 m; w pozostałych otworach, nie przewiercono osadów czwartorzędu do głębokości 4,0 m ppt. Ze względu, że powierzchnia stropowa ilów krakowieckich, jest zwykle urozmaicona w wyniku procesów erozyjnych, spodziewana jej głębokość w rejonie badanej działki wynosi około 6÷10 m.

W obrębie glin zwałowych, na różnych głębokościach występują niewielkiej, 20÷30 cm miąższości wkładki gruntów niespoistych, reprezentowanych przez piaski drobne i pylaste oraz pospółki z domieszką gliny.

2.6 Warunki hydrogeologiczne

Według *Mapy hydrogeologicznej Polski arkusz Staszów* (Kos, 1997), obszar wykonanych badań charakteryzuje się brakiem użytkowego poziomu wodonośnego, co oznacza brak występowania warstwy wodonośnej o wydajności pozwalającej na eksploatację ujęć wody podziemnej do celów socjalno-bytowych ludzi; nie wyklucza natomiast występowania wody podziemnej w warstwach o zasięgu lokalnym i niewielkiej wydajności.

Istniejąca w rejonie składowiska warstwa wodonośna zasilana jest na drodze bezpośredniej infiltracji odpadów atmosferycznych i uzależniona od ich intensywności. Wahania poziomu zwierciadła wody mogą dochodzić do 1,0 m.

3. Zakres wykonanych prac

W celu rozpoznania warunków gruntowo-wodnych w podłożu projektowanego składowiska, w listopadzie 2020 r., odwiercono 5 otworów geotechnicznych, w tym cztery o głębokości 4 m i jeden o głębokości 8,0 m ppt. Łącznie wykonano 24,0 mb. wierceń. Otwory geotechniczne wykonano urządzeniem mechanicznym H-16S na samochodzie terenowym Mitsubishi L-200. Otwory wiercono przy użyciu świrdrów spiralnych (szneków) o średnicy 90 mm. Łącznie wykonano 24,0 mb wierceń. Lokalizację otworów w terenie wyznaczono na podstawie mapy (zał. 2) w dowiązaniu do istniejącej sytuacji w terenie. Współrzędne x,y otworów odczytano przy wykorzystaniu aplikacji GPS. Lokalizację otworów determinowało założenie równomiernego ich rozmieszczenia w terenie oraz możliwości dojazdu wiertnicy.

W trakcie wierceń prowadzono na bieżąco analizę makroskopową przewierczanych gruntów oraz obserwacje przejawów wód gruntowych. Badania terenowe oraz opis gruntów prowadzono pod stałym dozorem uprawnionego geologa oraz zgodnie z wytycznymi zawartymi w obowiązujących normach (m.in: PN-EN 1997-2: 2009, PN-EN ISO 14688-1: 2006, PN-EN ISO 14688-2: 2006, PN-EN ISO 14689-1: 2006).

Po wykonaniu wszystkich badań i obserwacji, otwory zlikwidowano wydobytym gruntem z zachowaniem kolejności przewierczanych warstw. Wyniki wierceń przedstawiono na kartach otworów geotechnicznych (zał. nr 3.1-3.5).

Rzędne wykonanych otworów określono na podstawie mapy topograficznej w skali 1:10 000 oraz cyfrowego modelu terenu (www.geoportal.gov.pl). Przyjętą dokładność uznaje się za wystarczającą do celów interpretacji geologicznych i dokładności wydzieleni litologicznych.

4. Ocena geotechniczna podłoża

4.1 Warunki gruntowe

Otworami geotechnicznymi wykonanymi w podłożu projektowanej inwestycji do głębokości 4,0÷8,0 m ppt, stwierdzono obecność:

- gruntów organicznych (nasypanych?);
- gruntów rodzimych mineralnych:
 - sypkich (gruboziarnistych): piasków drobnych, piasków pylastych, pospólek;
 - spoistych (drobnoziarnistych): glin, glin pylastych;
 - bardzo spoistych – ilów.

Grunty podłoża podzielono na warstwy geotechniczne przyjmując jako podstawę podziału litologię, genezę oraz stan gruntów. Parametry fizyko-mechaniczne wydzielonych warstw podano w oparciu o przeprowadzone badania makroskopowe, wytyczne normowe, zależności korelacyjne oraz własne doświadczenia. Dla wydzielonych warstw określono kategorię urabialności w oparciu o normę PN-B-06050. Krótką charakterystykę warstw podano poniżej, natomiast parametry fizyko-mechaniczne (wartości charakterystyczne) zestawiono w tabeli 1.

Wydzielono następujące pakiety litologiczno-genetyczne a wśród nich warstwy geotechniczne:

I - grunty organiczne¹

Warstwa Ia – gleba – warstwa humusowa; występuje na powierzchni terenu i ma miąższość 0,2 m.

Warstwa Ib – namuł gliniasty, piasek gliniasty humusowy; występują w otworach O-3 i O-4. W rejonie otworu O-3 występuje czarny piasek gliniasty humusowy z wkładkami żółto brązowego piasku gliniastego; w rejonie otworu O-4 występuje zaś namuł gliniasty czarny. Miąższość warstwy wynosi od 1,5 m w otworze O-4 do 2,5 m w O-3.

Posadowienie składowiska niewskazane w obrębie tej warstwy ze względu na dużą ściśliwość gruntu i możliwe nadmierne osiadania. Zalecana wymiana gruntu lub wzmocnienie.

II – osady wodnolodowcowe

Warstwa IIa – tworzą ją piaski drobne i piaski pylaste, wilgotne do nawodnionych. Występuje w otworach O-1 i O-2 w przedziałach głębokości, odpowiednio: 1,2÷1,5 m i 0,2÷0,6 m ppt. Grunty te charakteryzują się stanem średnio zagęszczonym. Przyjęto dla nich średnią wartość stopnia zagęszczenia $I_D=0,45$.

Warstwa IIb – tworzą ją pospółki, nawodnione; występuje w otworach O-4 i O-5 w przedziałach głębokości 2,9÷3,2 m; 6,2÷6,6 m ppt. Charakteryzują się stanem średnio zagęszczonym. Przyjęto dla nich średnią wartość stopnia zagęszczenia $I_D=0,55$.

Są to grunty nośne (dla małych i średnich obciążeń), niewysadzinowe. Kategoria urabialności 3.

¹ ze względu na skład zaliczono je do gruntów organicznych. Nie wyklucza się, że pod względem genezy są to grunty antropogeniczne, nawiezione w celu wyrównania zapadlisk terenu po dawnych robotach górniczych związanych z wydobywaniem siarki metodą otworową.

III – gliny zwałowe

Warstwa IIIa – zbudowana jest z gliny i gliny piaszczystej o konsystencji twardoplastycznej. Nawiercona została w dwóch otworach: O-2 i O-5 na głębokości 0,2 i 0,4 m ppt. Jej miąższość wynosi 0,4÷0,6 m. Dla gruntów tej warstwy przyjęto średnią wartość wskaźnika konsystencji $I_C=0,90$. *Są to grunty nośne, bardzo wysadzinowe. Kategoria urabialności 4.*

Warstwa IIIb – zbudowana z gliny o konsystencji plastycznej na pograniczu twardoplastycznej. Nawiercone zostały we wszystkich pięciu otworach na głębokości 0,2÷2,5 m ppt. Jej miąższość wynosi od 0,6÷0,7 m w otworach O-1 i O-2 do 2,2 m w otworze O-5. Dla gruntów tej warstwy przyjęto średnią wartość wskaźnika konsystencji $I_C=0,75$.

Są to grunty nośne, bardzo wysadzinowe. Kategoria urabialności 4.

Warstwa IIIc – zbudowana jest z gliny i gliny pylastej o konsystencji plastycznej. Nawiercona została w czterech otworach: O-1, O-2, O-4 i O-5, na głębokości 1,5 m ppt w otworze O-1 i na głębokości 3,2 m ppt w pozostałych trzech. Jej miąższość wynosi 3,0 m w otworze O-5; w pozostałych nie przewiercona do głębokości 4,0 m ppt. Dla gruntów tej warstwy przyjęto średnią wartość wskaźnika konsystencji $I_C=0,60$.

Są to grunty słabonośne, bardzo wysadzinowe. Kategoria urabialności 4.

IV - iły

Warstwa IV – stanowią ją osady morskie wieku mioceńskiego. Stwierdzono je w otworze O-5 na głębokości 6,60 m ppt (nie przewiercone do głębokości wykonanego otworu, tj. 8,0 m ppt). Miąższość iłów w tym rejonie (według danych z literatury) wynosi ponad 100 m. Dla gruntów tej warstwy przyjęto średnią wartość wskaźnika konsystencji $I_C=0,92$.

Są to grunty nośne, mało wysadzinowe, pęczniejące. Kategoria urabialności 5.

Tab. 1 Wartości charakterystyczne parametrów fizyko-mechanicznych wydzielonych warstw

Pakiet litologiczno - genetyczny	Numer warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu			Stan gruntu	Wskaźnik konsystencji IC [-]	Stopień plastyczności IL [-]	Stopień zagęszczenia ID [%]	Wilgotność naturalna Wn [%]	Gęstość objętościowa ρ [t*m ⁻³]	Kąt tarcia wewnętrzne- go φ [°]	Spójność (kohezja) Cu [kPa]	Moduł pierwotnego odkształcenia Eo [MPa]	Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej Mo [MPa]	Kategoria urabialności gruntu wg PN-B-06050
		Symbol		Opis											
		wg (1)	wg (2)												
	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	I a, I b	Or	H	grunty organiczne	grunt słabonośny										3
II - wodnolodowcowe	II a	FSa siSa	Pd Pp	piasek drobny, piasek pylasty	szg/ln	-	-	45	16* 24^	1,75* 1,90^	30,2	-	42,0	56,3	3
	II b	grSa	Po	pospółka	tpl/zw	-	0,10	55	18^	2,05^	38,8	-	146	163	4
III - gliny lodowcowe	III a	sasiCl	G Gp	głina (zwałowa)	tpl	0,90	0,10	-	16	2,15	20,1	35,5	36,5	48,1	4
	III b	sasiCl	G	głina	pl/tpl	0,75	0,25	-	21	2,05	17,3	29,7	24,9	32,7	4
	III c	sisaCl	G Gp	głina głina pylasta	pl	0,60	0,40	-	21	2,05	14,5	24,8	18,0	23,6	4
IV - iły	IV	siCl	I	ił pylasty	tpl	0,92	0,08	-	33	1,90	20,5	36,3	38,7	50,9	5

(1) PN EN ISO 14688 część 1 i 2. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów

(2) PN-B-02480:1986. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.

→ mpl - miękkoplastyczny [IC = 0,50 - 0,25], pl - plastyczny, [IC = 0,75 - 0,50], tpl - twaroplastyczny [IC = 1,0 - 0,75], zw - zwarty [IC > 1,00];

→ ln - luźny [ID = 15 - 35 %], szg - średnio zagęszczony [ID = 36 - 65%], zg - zagęszczony [ID = 66 - 85%], bzg - bardzo zagęszczony [ID = 86 - 100%];

→ * - wartość dla gruntu wilgotnego, ^ - wartość dla gruntu nawodnionego;

→ podane parametry są wartościami charakterystycznymi, przy obliczeniach należy uwzględnić wartości współczynników częściowych parametrów geotechnicznych (γ_m - współczynnik materiałowy): zgodnie z Tabl. A4 w PN-EN 1997-1:2008; przy obliczeniach wg Eurokodów lub $\gamma_m = 1 \pm 0,1$ przy obliczeniach wg "starych" norm.

4.2 Warunki wodne

W trakcie badań terenowych (listopad 2020 r.) stwierdzono występowanie lokalnego poziomu wodonośnego, związanego z piaskami czwartorzędowymi. Stanowią one wkładki w obrębie glin zwałowych. Są to warstwy o niewielkim rozprzestrzenieniu, nieciągłe, o niewielkiej miąższości rzędu 0,2÷0,3 m. Pierwszy poziom wodonośny stwierdzono w każdym z wykonanych otworów. Zwierciadło wody występuje w zróżnicowanych warunkach: w formie warstwy wodonośnej w piaskach lub sączeń w glinach i namulach; występuje na różnych głębokościach: od 0,7 m do 6,2 m ppt (p. zał. 3 i 4). Zwierciadło wody jest napięte, stabilizuje się na rzędnej około 230 m n.p.m. Czwartorzędowe warstwy wodonośne zasilane są na drodze bezpośredniej infiltracji odpadów atmosferycznych i zależne od ich intensywności. Sezonowe wahania poziomu zwierciadła wody mogą dochodzić do 1,0 m.

Leżące pod osadami czwartorzędu, iły krakowieckie stanowią bardzo dobrą barierę hydrauliczną dla migracji ewentualnych zanieczyszczeń. Seria iłów ma miąższość rzędu 100 m i bardzo niską wodoprzepuszczalność rzędu 10^{-9} ÷ 10^{-11} m/s.

Zatem warunki wodne badanego terenu, należy ocenić jako niekorzystne pod kątem posadowienia obiektów budowlanych.

5. Podsumowanie i wnioski

1. Planowana inwestycja polega na budowie składowiska odpadów na dz. nr 128/9 obręb Dobrów.
2. Dla rozpoznania warunków gruntowo-wodnych odwiercono 5 otworów geotechnicznych o głębokości 4,0÷8,0 m ppt. Łącznie wykonano 24,0 mb wierceń.
3. W podłożu projektowanej inwestycji stwierdzono obecność współczesnych gruntów organicznych (namulów gliniastych i piasków gliniastych humusowych), gruntów mineralnych pochodzenia lodowcowego – glin zwałowych oraz piasków wodnolodowcowych. Pod nimi, na głębokości około 6÷10 m ppt, występują morskie osady miocenu – iły krakowieckie.
4. Warunki gruntowe określa się jako złożone, ze względu na występowanie gruntów słabonośnych (organicznych oraz mineralnych plastycznych).
5. Wodę podziemną stwierdzono w każdym z wykonanych otworów. Zwierciadło wody występuje w zróżnicowanych warunkach: w formie warstwy wodonośnej w piaskach lub sączy w glinach i namulach; występuje na różnych głębokościach: od 0,7 m do 6,2 m ppt.
6. Warunki wodne, ze względu na obecność podmokłości oraz miejscami płytkie występowanie wody podziemnej, ocenia się jako niekorzystne.
7. Planowana inwestycja zaliczana (jeśli zostanie zaprojektowana jako mogąca przyjmować odpady w ilości nie mniejszej niż 10 t na dobę lub o całkowitej pojemności nie mniejszej niż 25 tys. t), jest według rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w *sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko* (Dz.U. 2019, poz.1839), do przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko.
8. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w *sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych* (Dz.U. 2012 r., poz. 463), ze względu na rodzaj projektowanej inwestycji, przedmiotowy obiekt budowlany, z definicji, zalicza się do III kategorii geotechnicznej. Ostatecznie, kategorię geotechniczną określi projektant na podstawie badań geotechnicznych i geologiczno-inżynierskich.
9. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w *sprawie składowisk odpadów* (Dz.U. 2013 r., poz. 523), „na obszarze planowanego składowiska odpadów i jego otoczenia przeprowadza się badania hydrologiczne i geologiczne”.
10. Wymienione wyżej badania geologiczne, należy poprzedzić sporządzeniem projektów robót geologicznych oraz opracować dokumentację: hydrogeologiczną i geologiczno-inżynierską, zgodnie z ustawą z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (tekst jednolity Dz.U. 2020 r. poz. 1064).
11. Dla planowanej inwestycji, w ramach ustalania geotechnicznych warunków posadowiania, należy, po wykonaniu wszystkich niezbędnych badań terenowych, sporządzić również dokumentację badań podłoża gruntowego oraz projekt geotechniczny.

6. Spis literatury i materiałów archiwalnych:

1. Walczowski A., 1960 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Staszów wraz z objaśnieniami (1968). Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
2. Glazer Z., Malinowski J., 1991 - Geologia i geotechnika dla inżynierów budownictwa, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
3. Kos M., 1997 – Mapa Hydrogeologiczna Polski, arkusz 886 Staszów. Ministerstwo Środowiska i Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
4. Kondracki J., 2009 – Geografia regionalna Polski, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa.
5. Pazdro Z., Kozerski B., 1990 - Hydrogeologia ogólna, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
6. Pisarczyk S., 2001 - Gruntoznawstwo inżynierskie, Wydawnictwa Naukowe PWN.
7. Wiłun Z., 2013 - Zarys geotechniki, WKŁ.